

## МАЛОЛИТРАЖНЫЕ ДИЗЕЛЬНЫЕ ДВИГАТЕЛИ ЧТЗ

*В.С. Мурзин, главный конструктор; Б.А. Мурдасов, зам. главного конструктора; В.А. Карасев, главный конструктор проекта; А.А. Храмцов, главный конструктор проекта ООО ГСКБ «Трансдизель»*



В статье приводится описание семейств малолитражных дизелей жидкостного и воздушного охлаждения мощностью от 8 до 70 кВт, разработанных на ЧТЗ для решения проблемы развития малогабаритной сельскохозяйственной и коммунальной техники, тракторов, погрузчиков и электроагрегатов. Приведены особенности конструкции и краткая техническая характеристика двигателей.

### Семейство двигателей жидкостного охлаждения серии «М»

Необходимость использования в народном хозяйстве малогабаритной сельскохозяйственной и коммунальной техники, тракторов, погрузчиков и электроагрегатов потребовала создания двигателей нового поколения с высокими потребительскими качествами. Для удовлетворения этой потребности на ООО «ЧТЗ-Уралтрак» и ООО ГСКБ «Трансдизель» было разработано унифицированное семейство (серия «М») 2-, 4- и 6-цилиндровых V-образных дизельных двигателей жидкостного охлаждения с непосредственным впрыском топлива.

При разработке семейства малогабаритных двигателей предусматривалось достижение следующих целей:

- максимальная унификация по узлам и деталям, а также конструктивным элементам;
- обеспечение удельного расхода топлива 180–190 г/л. с.ч и расхода масла на угар 0,1–0,9 % от расхода топлива;
- достижение ресурса не менее 8000 ч.

Для двигателей серии «М» характерна высокая плотность конструктивной компоновки за счет применения V-образной схемы расположения цилиндров и рационального размещения агрегатов и узлов в развале между блоками.

Семейство малолитражных дизелей серии «М» может занять достаточно емкую потребительскую нишу в мощностном диапазоне от 14 до 80 л. с. Унификация узлов, деталей и конструктивных элементов, а также использование единых марок эксплуатационных материалов позволили снизить затраты на разработку, освоение и эксплуатацию двигателей.

В табл. 1 приведена краткая техническая характеристика двигателей жидкостного охлаждения серии «М».

Особенности конструкции дизелей этой серии состоят в следующем:

- применение турбонаддува для повышения технико-экономических и мощностных показателей;
- размещение в пределах габаритов двигателя жидкостно-масляных теплообменников для охлаждения масла, что исключает применение масляных радиаторов и дополнительных внешних трубопроводов;
- установка свечей подогрева воздуха во впускные коллекторы и возможность подключения автономного жидкостного подогревателя воды и масла в поддоне для обеспечения запуска дизеля при низких температурах.

При разработке топливной аппаратуры учитывалась возможность без существенных изменений конструкции использовать механический регулятор или систему электронного управления подачей топлива. На более высоком уровне выполнена унификация основных узлов и деталей.

*Блок-картер* дизеля (рис. 1) представляет собой тонкостенную отливку из высокопрочного чугуна туннельного типа, в которую установлены гильзы цилиндров мокрого типа. Цилиндры расположены по V-образной схеме с углом развала блоков 90°. В продольном направлении картер разделен поперечными перегородками

## Техническая характеристика семейства двигателей серии «М»

Варианты двигателя	С водяным радиатором без наддува		Без водяного радиатора с наддувом	
Модификация двигателей	2М365.02.02	4М364.02.02	4М364.02.02	4М364.02.02
<b>Техническая характеристика</b>				
Тип двигателя	Четырехтактный, V-образный дизельный двигатель жидкостного охлаждения			
Способ смесеобразования	Непосредственный впрыск топлива			
Мощность двигателя эксплуатационная, кВт (л. с.)	13,24 (18)	26,5 (36)	22–48 (30–60)	40–73 (55–100)
Число цилиндров	2	4	4	6
Частота вращения коленчатого вала, с <sup>-1</sup> , (об/мин)	50 (3000)			
Запас по крутящему моменту, %	25			
Удельный расход топлива, г/кВт·ч (г/л. с.·ч)	258 (190)		245 (180)	
Диаметр цилиндра/ход поршня, мм	92,0/88,0			
Рабочий объем, л	1,17	2,34	2,34	3,51
Масса, кг	210	290	265	320
Ресурс, ч	8000			
<b>Допустимые условия эксплуатации двигателей</b>				
Температура окружающего воздуха, °С	от +50 до –50			
Относительная влажность воздуха при 25°С, %	до 98			
Высота над уровнем моря, м	до 3000			

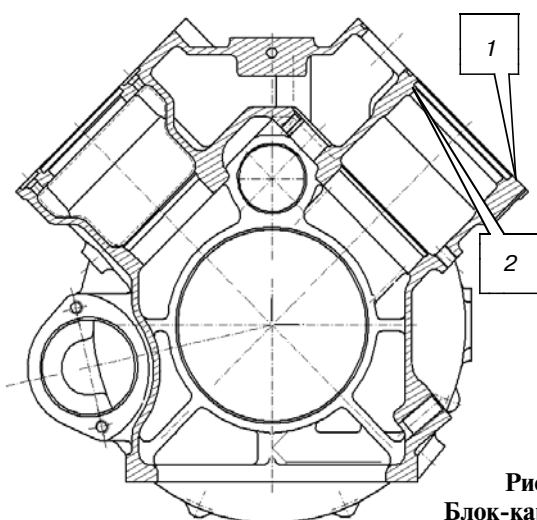


Рис. 1. Блок-картер

на отсеки, в одном из которых размещен маховик, в остальных отсеках — кривошипно-шатунный механизм.

Блок-картеры двигателей спроектированы в соответствии с требованиями обеспечения высокой жесткости конструкции. Равномерность распределения напряжений в блоке от усилий, возникающих во время затяжки головок и от сил давления газов в цилиндрах дизеля, достигается рациональным увеличением толщины верхней полки 1 (см. рис. 1) блок-картера, что позволило уменьшить длину бонок под силовые шпильки крепления головок цилиндров и тем самым увеличить циркуляцию жидкости в рубашке цилиндров. Правый и левый ряды цилиндров смещены в продольном направлении относительно

друг друга для установки двух шатунов на одной шатунной шейке. Цилиндрические расточки, выполненные в поперечных перегородках, являются опорами коренных подшипников коленчатого вала. На верхней полке блока 1 гильза центрируется по внешней расточке 2, что позволяет предохранить посадочную поверхность от коррозии в результате омыwania полостей рубашки цилиндров охлаждающей жидкостью, а также дает возможность ближе подвести охлаждающую жидкость к зоне верхнего поршневого кольца при положении поршня в ВМТ.

Головка цилиндра 1 (рис. 2) отливается из сплава алюминия. Впускной и выпускной каналы выходят на противоположные боковые стенки. В головке цилиндра установлены детали механизма газораспределения и топливная форсунка. Двухклапанная головка цилиндра дизеля является индивидуальной сборочной единицей,

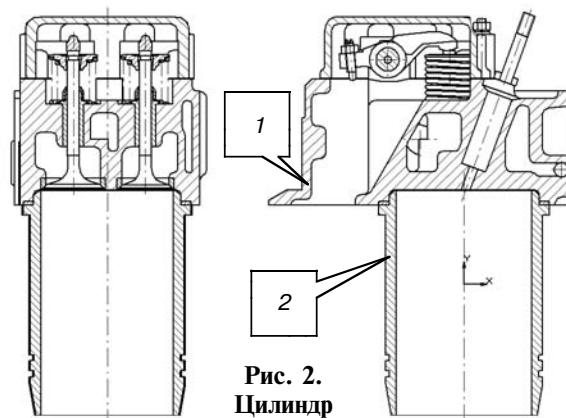


Рис. 2. Цилиндр

состоящей из головки цилиндра и гильзы 2, между которыми установлена стальная прокладка. Зазор между поршнем и головкой цилиндра регулируется подбором толщины прокладки. Головка цилиндра опирается в блок-картер буртом гильзы и центрируется по двум поясам, выполненным снизу и сверху гильзы, и вместе с поршнем образует камеру сгорания. Гильза цилиндра запрессована в головку цилиндра по верхнему поясу. Герметичность цилиндра в соединениях с блок-картером в нижней части обеспечивается резиновыми кольцами.

*Механизм газораспределения* верхнеклапанный с нижним расположением распределительного вала. На дизеле установлен один (общий) распределительный вал для привода топливных насосов и механизмов газораспределения двух блоков.

*Коленчатый вал* изготавливается из легированной стали с последующей механической обработкой поверхностей, сердцевина подвергается закалке с последующей азотацией поверхности. Для уравнивания центробежных сил инерции коленчатого вала и сил инерции первого порядка от возвратно-поступательно движущихся масс на щеках коленчатого вала и на маховике установлены противовесы.

*Шатун 1* (рис. 3) изготовлен штамповкой из алюминиевого сплава в виде стержня двутаврового сечения. На каждой шатунной шейке коленчатого вала установлены по два шатуна. В верхней головке шатуна имеются два отверстия 2 для подвода масла, поступающего к трущейся поверхности пальца. Верхний шатунный подшипник выполнен без вставной бронзовой втулки. В нижней головке шатуна укладываются тонкостенные сталебронзовые (или сталеалюминиевые) подшипниковые вкладыши.

*Поршень 3* штампован из высококремнистого алюминиевого сплава с последующей термообработкой. В верхней части поршня выполнены камера сгорания 4 и три кольцевые канавки под комплект поршневых колец, включающий два уплотнительных и одно маслосбрасывающее. Первое (верхнее) компрессионное кольцо пря-

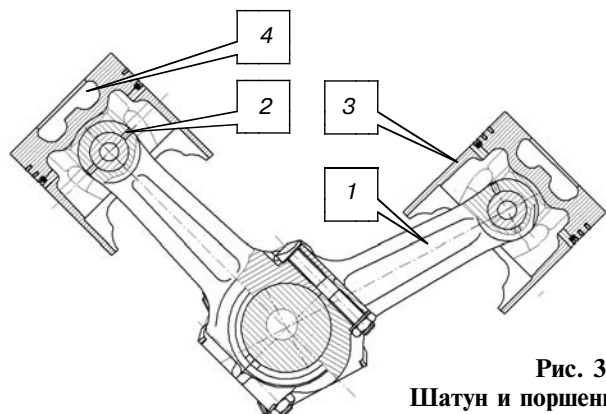


Рис. 3. Шатун и поршень

моугольного сечения изготовлено из высокопрочного чугуна. Рабочая поверхность кольца покрыта износостойким хромомолибденовым сплавом. Для лучшей приработки и защиты от коррозии поверхность кольца фосфатируется. Второе компрессионное кольцо скребковое, изготовлено из высокопрочного легированного чугуна. Наличие со стороны нижнего торца скребущей кромки выполняет дополнительно функцию маслосбрасывающего кольца. В третьей канавке поршня установлено маслосбрасывающее кольцо коромыслового сечения из высокопрочного легированного чугуна, фосфатированное, со стальным пружинным расширителем. Рабочие пояски кольца покрыты износостойким хромомолибденовым сплавом. Конструкция кольца обеспечивает хороший сьем лишнего масла со стенок цилиндра и его равномерное распределение по зеркалу гильзы. Для двигателей также разработан комплект стальных колец.

В *топливной системе* дизеля применен односекционный топливный насос высокого давления 1 (рис. 4) золотниковой типа с вертикальным расположением плунжера диаметром 8 мм и ходом 8 мм, который является отдельной сборочной единицей. Толкатели 2, кулачковый вал 3 и рейка 4 монтируются вместе с топливными насосами в картере дизеля. Регулятор частоты вращения монтируется в отдельном корпусе, который соединяется с блок-картером при сборке дизеля. Топливные насосы установлены в расточках на верхней горизонтальной плоскости картера и фиксируются фланцами.

На дизель установлен *механический всежимный регулятор частоты вращения* (рис. 5) прямого действия с чувствительным механическим элементом и переменной предварительной затяжкой рабочей пружины. Чувствительный элемент регулятора выполнен в виде грузов Г-образной формы, подвижных на четырех осях, которые кре-

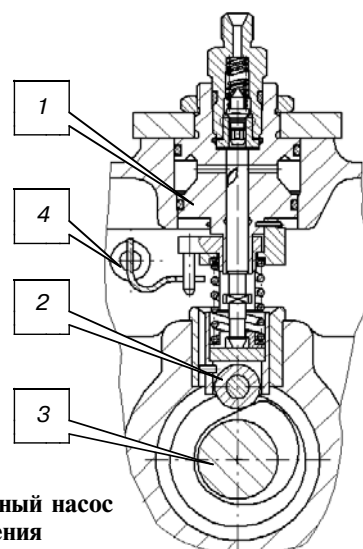
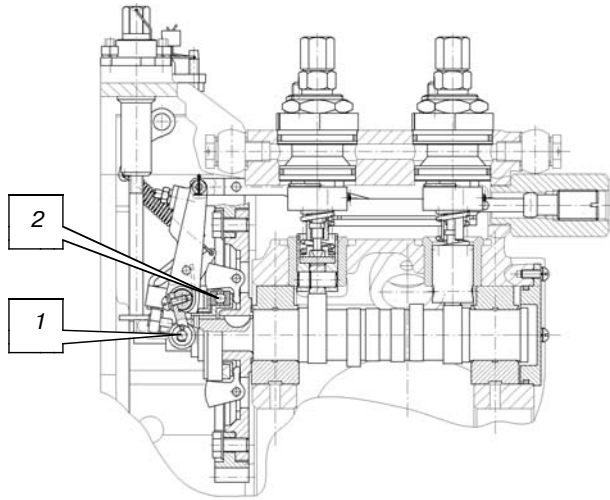


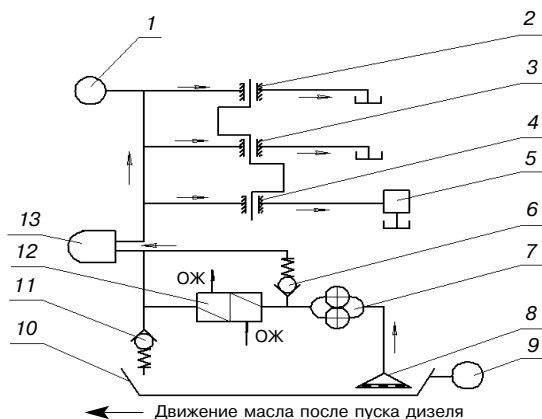
Рис. 4. Топливный насос высокого давления



**Рис. 5. Всережимный регулятор частоты вращения**

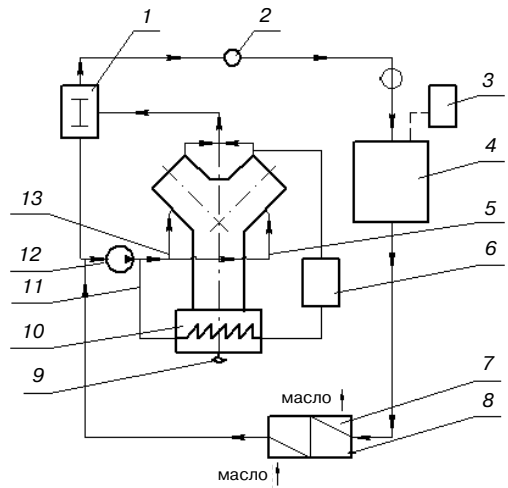
пятся к ступице шестерни привода кулачкового вала. Снижения сопротивления в парах трения регулятора частоты вращения удалось достичь за счет применения бронзовых втулок валика рычагов, а также за счет установки роликов на рычаг пяты 1 и применения пяты 2 с шариковым подшипником. Все вышеперечисленные меры увеличили надежность и улучшили качество работы регулятора с обеспечением наклона регуляторной характеристики двигателя в пределах 2–3 %.

Система смазки дизеля (рис. 6) комбинированная с мокрым картером. Часть деталей смазывается под давлением, часть — разбрызгиванием. Под давлением масло подводится к коренным и шатунным подшипникам коленчатого и кулачкового вала механизма газораспределения (МГР). Остальные детали дизеля (гильзы, поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы, кулачки распределительного вала, толкатели, шестерни



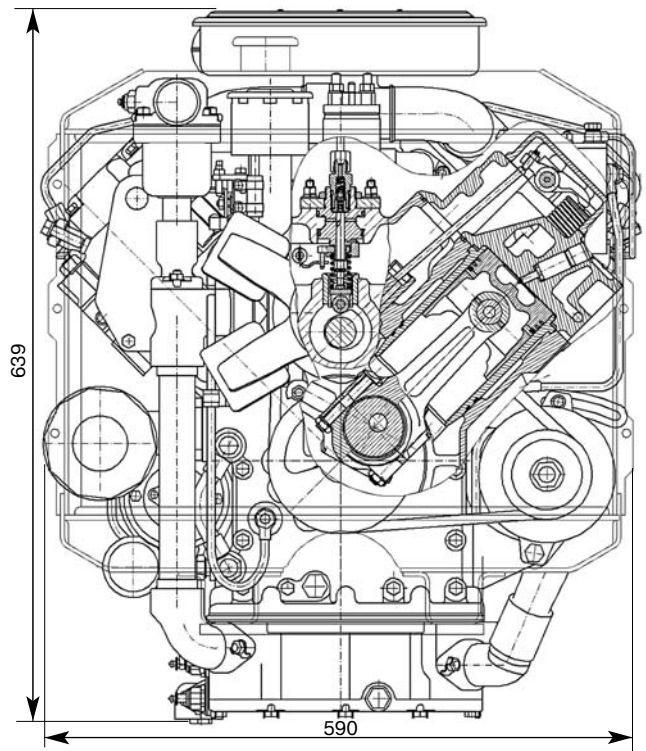
**Рис. 6. Система смазки двигателя:**

1 — датчик-сигнализатор давления масла; 2–4 — подшипники коленчатого вала; 5 — кулачковый вал МГР; 6 — перепускной клапан; 7 — масляный насос; 8 — маслозаборник; 9 — датчик температуры масла; 10 — поддон; 11 — редукционный клапан; 12 — жидкостно-масляный теплообменник; 13 — маслофильтр



**Рис. 7. Схема системы охлаждения:**

1 — термостат; 2 — датчик температуры; 3 — дополнительный бачок; 4 — радиатор; 5, 11, 13 — трубопроводы; 6 — котел-подогреватель; 7 — жидкостно-масляный теплообменник; 8, 9 — пробки слива ОЖ; 10 — поддон; 12 — водяной насос



**Рис. 8. Поперечный разрез дизеля 2М365.02.02**

механизма газораспределения и другие детали) смазываются разбрызгиванием масла, вытекающего из смазываемых под давлением пар трения. Масло в системе смазки охлаждается водой контура охлаждения двигателя в водо-масляном холодильнике, установленном на корпусе блок-картера. Масляный полнопоточный фильтр обеспечивает высокое качество очистки масла.

Система охлаждения (рис. 7) дизеля — жидкостная, закрытого типа, с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости. Вода при

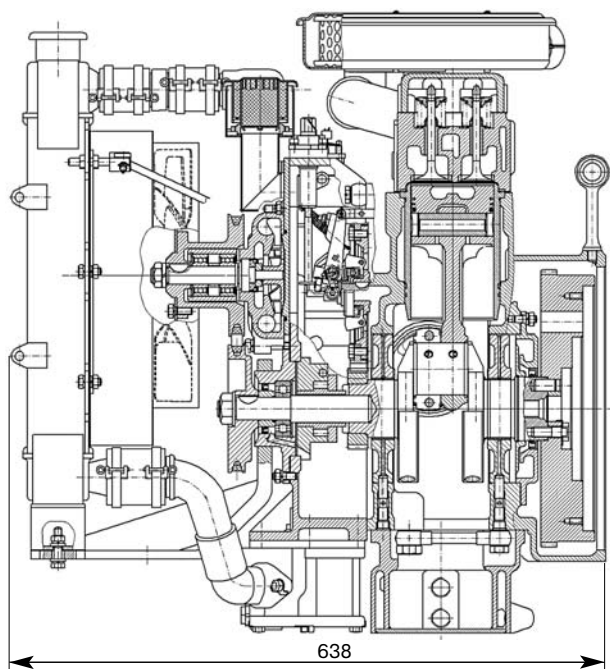


Рис. 9. Продольный разрез дизеля 2М365.02.02

помощи насоса подается в блоки цилиндров, после чего поступает в головки цилиндров, откуда вода через термостат поступает в водяной радиатор, а после охлаждения — в масляный холодильник и далее на вход водяного насоса.

В период зимней эксплуатации пуск дизеля при температуре окружающего воздуха ниже  $5^{\circ}\text{C}$  до  $-25^{\circ}\text{C}$  обеспечивается применением свечей подогрева впускного воздуха. При температуре окружающего воздуха ниже  $-25^{\circ}\text{C}$  пуск дизеля производится с помощью котла-подогревателя.

Поперечный и продольный разрезы базовой модификации дизеля серии «М» (2М365.02.02) приведены на рис. 8 и 9. Компонка и внешний вид различных модификаций двигателей серии «М» на 3 стр. обложки.

#### Мини-дизели В2С48,2/7,8 воздушного охлаждения

С середины 1995 г. Моторный завод ООО «ЧТЗ-Уралтрак» освоил в серийном производстве мини-дизели воздушного охлаждения В2С48,2/7,8 по документации ООО ГСКБ «Трансдизель».

За время их выпуска было разработано и освоено в производстве 12 модификаций, которые отличаются регулировочными параметрами (частотой вращения, номинальной мощностью), а также комплектацией навесных узлов и агрегатов. Двигатель В2С48,2/7,8 нашел применение в качестве силового агрегата на колесных тракторах класса 0,2 Т, дизель-гидравлических станциях, электроагрегатах мощностью 6–8 кВт.

В табл. 2 приведена краткая техническая характеристика двигателя.

Дизель В2С 8,2/7,8 выполнен по V-образной схеме с углом развала блоков  $90^{\circ}$ .

Картер двигателя, состоящий из двух групп деталей (картера и корпуса), является силовым несущим остовом, на котором размещены все сборочные единицы, детали и агрегаты. Картер и корпус отливаются из сплава алюминия, соединяются между собой шпильками, уплотняются самовулканизирующимся герметиком и совместно обрабатываются по ряду поверхностей.

Цилиндр двигателя представляет собой биметаллическую отливку из специального чугуна и алюминиевой рубашки с ребрами охлаждения. Цилиндр вместе с головкой крепится к картеру на четырех шпильках. Зазор между поршнем и головкой цилиндра регулируется подбором стальных регулировочных прокладок. Головка цилиндров отлита из высокопрочного сплава алюминия с ребрами для увеличения поверхности охлаждения. В головке цилиндров размещены механизм газораспределения, впускной и выпускной каналы. Механизм газораспределения верхнеклапанный, закрытый литой алюминиевой крышкой, с нижним расположением распределительных валов.

Коленчатый вал изготовлен из стали 38ХС. Два кривошипа совмещены в одной плоскости, шатунные шейки расположены на одной оси и разделены между собой средней шейкой. Опорой коленчатого вала являются биметаллическая втулка, запрессованная в картер, и шарикоподшипник. В центральном отверстии передней коренной шейки вала запрессована зубчатая муфта, венец которой передает вращение шестерням привода топливного насоса и механизма газораспределения. Задняя коренная шейка вала переходит в коническую поверхность, на которую устанавливается вентилятор-маховик.

Поршень изготовлен штамповкой из высококремнистого алюминиевого сплава с последующей термообработкой. В днище поршня выполнена камера сгорания специальной формы, газоплотность цилиндра обеспечена тремя компрессионными кольцами.

Шатун изготовлен штамповкой из алюминиевого сплава. Масло к трущимся поверхностям пальца и верхней головки шатуна (без втулки) подводится разбрызгиванием. В расточку нижней разъемной головки шатуна установлены с натягом тонкостенные биметаллические вкладыши подшипников скольжения. Комплект шатунов с поршнями при сборке подбирается по массе.

Топливный насос высокого давления (ТНВД) золотниковый типа с рядным расположением плунжеров является отдельной сборочной еди-

## Техническая характеристика дизеля В2С8,2/7,8

Параметр	Значение
Тип двигателя	Четырехтактный, V-образный, 2-цилиндровый дизельный двигатель воздушного охлаждения
Способ смесеобразования	Непосредственный впрыск топлива
Мощность двигателя по ИСО 3046-1, кВт (л. с.)	8,8–10,3 (12–14)
Частота вращения коленчатого вала, об/мин	3000
Удельный расход топлива, г/кВт·ч (г/л. с.·ч)	258 (190)
Диаметр цилиндра/ход поршня, мм	82,0/78,0
Рабочий объем, л	0,824
Масса, кг	85–115
Ресурс, ч	5000

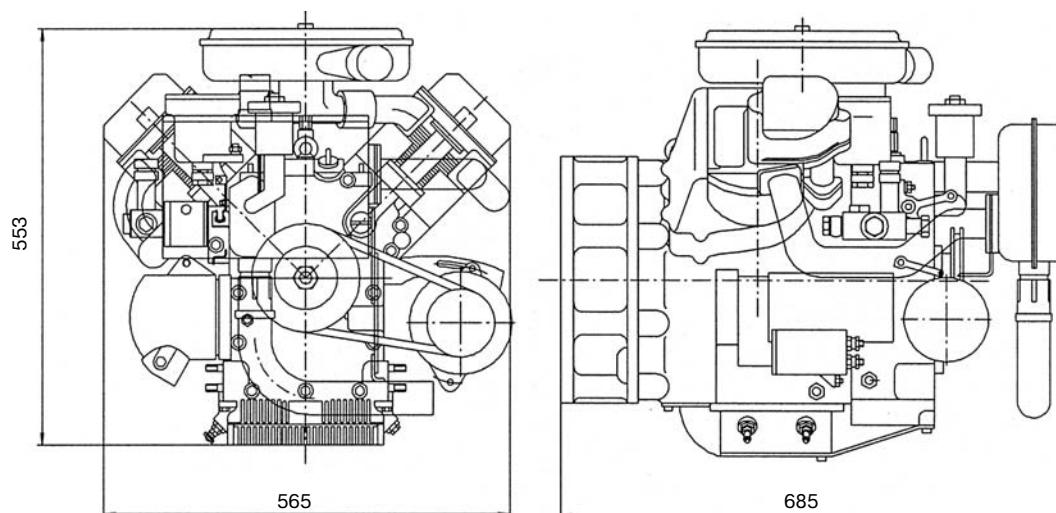


Рис. 10. Габаритные размеры двигателя В2С8,2/7,8



Рис. 11. Двигатель В2С8,2/7,8

ницей. ТНВД со всережимным механическим регулятором частоты вращения и кулачковый вал монтируются в картере двигателя.

Двигатель 2С8,2/7,8 оборудован системой электрического пуска (стартер 1,8 кВт, 12 В) и зарядным генератором (0,7 кВт, 14 В). Для обеспечения холодного запуска до  $-25^{\circ}\text{C}$  в тройнике на впуске установлена свеча подогрева впускного воздуха типа СН-150А.

На двигателе установлены датчики температуры и давления масла, масляный топливный фильтры тонкой очистки, а также воздушный фильтр.

Внешний вид двигателя и его габаритные размеры приведены на рис. 10 и 11.

В 2005 и 2007 г. в Москве (ВВЦ) двигатель был представлен на Международных выставках (конкурсах) «Всероссийская марка (III тысячелетие). Знак качества XXI века» и был отмечен высшими наградами этих выставок — золотым знаком и дипломом.

ГСКБ «Трансдизель» продолжает работы по дальнейшему повышению надежности двигателя В2С8,2/7,8 и расширению сферы его применения с учетом конкретных требований потребителя.